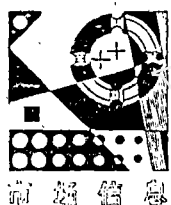


国外人造金刚石工业近况

刘小平

〔编者按〕基于开放搞活的需要,我访美学者刘小平寄来了一份介绍工业金刚石的材料,现刊出供读者参考。材料中附有“国外工业金刚石厂家名录”和“美国工业金刚石协会 1984 年度使用统计”,限于篇幅我刊略去了,需要的读者可直接与本编辑部联系。



美国工业金刚石用量每年约 2000 万~4000 万克拉。与中国截然不同,他们根据不同的工业用途,发展不同类型的人造金刚石。按工业用途,美国将人造金

石分成两大类。表面粗糙,具银灰色金属光泽,易于与树脂结合。据 GE 和 Norton 等公司公布的结果,由于表面积增加,改善了金刚石在树脂中的分布,在磨削过程中热量能迅速传递,加之热膨胀系数较小,从而提高了金刚石的使用效率。

石分成两大类。

1.树脂结合剂类

主要是用有机树脂做结合剂制成制品(如砂轮、研磨剂、研磨膏等)。此类金刚石为半透明的黑绿色或灰绿色,表面粗糙,多为等积型或多角形晶体。黑色颗粒占 20%~30%或更多。金刚石生长速度快,晶体常发育不完整,且含大量金属杂质,脆性较高。在磨削过程中,由于金刚石不断破裂出刃,从而保持高的切削速率。例如,美国通用电器公司(以下简称 GE)的 RVG;世界上最大的金刚石垄断组织(De Beers)的 CDA;独联体的 AC2~AC6 等均属此类产品。而中国的 RVD(JR₁)则被认为脆性差,在磨削过程中,由于强度高、出刃少,容易脱粒,从而降低砂轮的使用效率,不适于做结合剂制品。金刚石的强度检测多采用动态冲击仪,又称 Wig-L-Bwg(见附表)。

树脂结合剂金刚石 60%以上都采用金属镀衣,主要有镀镍 30%、56%(重量百分比),用于湿磨;镀铜 50%(重量百分比),用于干磨。采用化学分层镀成,产品

2.金属结合剂类

以金属为结合剂,主要用于金属磨轮、电镀工具、锯片和钻头。晶体多为发育良好的六到八面体,晶面发育,晶体透明,金属杂质少,多为浅黄色,抗压强度较高。如 GE 公司的 MBG600~MSD, De Beers 公司的 MDA~SDA100⁺等。国产的 JR₁~JR₅ 也被划归此类。大颗粒 30/40(美国网目)高强度(相当于 MSD 和 SDA100⁺)的产品,国内目前仍无法生产。它们是制造地质钻头,切削花岗岩锯片的良好材料,其价格是磨料级人造金刚石的 10 倍以上。

与 SDA100⁺相比,MSD 的颜色要浅些,透明度要高些,这是因为所选用的触媒不同所致。MSD 用的是镍触媒,SDA100⁺用的是钴触媒。SDA100⁺强度略高于 MSD。不过,De Beers 公司对这类产品并不检测强度,而仅从生产工艺上加以区分,所以质量有时出入很大。国外大多数小工业金刚石公司都无检测手段,其强度是在显微镜下根据晶形好坏来区分。

CBN也是一种人工合成超硬材料。GE公司主要生产黑色CBN,分为I、II两类。I型类似于树脂结合型金刚石,晶体显得疏松,脆性高;II型晶体结构要完整些,多呈不规则的多角型,主要用于制做树脂结合型砂轮。日本的Sho WA Danko公司生产黑色和桔黄色两种CBN,前者类似于GE产品,后者晶型较完整,粒度达30/40美国网目。该公司和昭和电器公司生产的CBN复合片有世界一流的工艺水平。独联体的CBN主要是圣彼得堡生产的,其质量可与GE产品相媲美,但复合片质量远不如Sho WA Danko、De Beers和GE公司。

世界主要生产厂家的动态

De Beers公司垄断世界一半以上的金刚石,总部设在南非,下设庞大的研究部门。它在美国销售市场并不占主导地位,仅有Norton等几家大公司使用他们的产品。他们与GE公司有协议,企图控制市场价格。在技术上也有独到之处,如密封材料用的是一种黑色软质石头,据称,产于南非的这种石头,密封性能好,高温、高压下无相变,可保证金刚石生长环境的稳定。其生产条件是:压力50000~100000atm,温度1500~2500℃,用镍、钴作触媒,时间为5~30min,单产约50克拉。

De Beers高级人造金刚石是采用超纯材料,经真空处理,以减少氧对晶体生长的影响。最近,原属于De Beers的芬兰一家公司独立出来,他们可以生长SDA级金刚石。De Beers公司近期推出了SDA2000系列(SDA2100, SDA2085和SDA2075)新的高强产品。

GE公司超硬材料厂设在俄亥俄州的怀明顿,隶属于设在亚特兰大的GE公司塑料材料部。它控制了美国大部分市场。超硬材料研究部设在纽约州。树脂结合剂人造金刚石是用两面顶、粉末铁基触媒合成。金属结合剂是用六面顶、镍基片状触媒合成。最近,有几位曾服务于GE公司的技术人员在

新泽西州成立了一家公司,并购置了筒式高压设备,但产品质量远不如GE。

美国另一家较大的公司——设在犹他州盐湖城的Mega Diamond公司,是由美国超硬材料创始人H.T. Hah 创办的,但由于单晶质量竞争不过GE公司而改为生产复合片。它隶属于一家国际性的石油设备公司——Smith International Inc.。钻头厂设在休斯顿,采用Mega Diamond复合片。设备类似于GE公司,六面顶,计算机控制。

独联体国家金刚石生产量很大,主要在基辅、亚美尼亚和莫斯科。CBN主要是圣彼得堡生产,并在加拿大设有北美销售部,产品销往欧洲和美国。其中较大的厂家有基辅工厂(年产量几百万拉克)和亚美尼亚(年产250万克拉)。主要设备是两面顶,粉末触媒。他们大量出口树脂结合剂人造金刚石(AC2~AC6)和原生微粉。其中AC4类似GE的RVG。装备和工艺落后于中国,高级品的AC80类似我国的JR₃,粒度也不够粗。为了弥补这些不足,他们用激光处理人造金刚石,制成粉末冶金聚晶,广泛用于钻探、石材和建筑行业,特别是制做伐木锯齿,经济效益很好。

日本主要生产厂家东明(Tomei),技术水平略高于我国,主要是腔体略大。高档产品IMS接近SDA85,粒度30/40美国网目。中、低档产品量也很大。在美国设有分公司,专门销售人造金刚石,其产品分类与GE基本相仿。

其他国家如罗马尼亚、捷克和斯洛伐克,人造金刚石产量不很大。值得注意的是韩国日进集团,最近也在试验生产高级人造金刚石,笔者所见样品与中国产品相仿。

市场分析

在美国,由于劳动力贵,环境保护要求高,绝大多数原料都依赖进口,深加工后出售,售价相当高。GE公司虽然垄断了金刚石市场,但近年来不断受到中国和独联体廉价金刚石产品冲击。例如,GE公司的树脂

结合剂金刚石, 每克拉0.5~0.56美元, 独联体为0.23~0.25美元/克拉, 中国的JR, 0.21~0.23美元/克拉。近年来, 中国产品越来越被美国市场所认识, 前景颇好。值得指出的是, 同西方国家进行贸易一定要树立良好的信誉, 否则很难得到信任。与国内不同的是, 美国的小公司多没有自己的研究部门, 而是采用大公司的工艺, 很少试用其他新产品, 所以, 国内产品质量和标准应尽量向GE标准靠拢。此外, 由于金刚石价格昂贵, 小公司很少库存, 仅在用料前2~3天从中间商那里购买, 从订货到到货一般不超过3天。可见, 产品出口最好能找到中间商, 售价虽便宜些, 但批量大, 手续简便。直接向工厂销售的办法不可取, 主要是供货不及时, 回款时间长(按美国惯例是60天)。

近年来, 中国台北、韩国和西德工业金

刚石用量与日俱增, 是值得开发的市场。印度、泰国由于宝石加工量大, 也是金刚石销售的广阔市场。

新技术展望

目前, 高压合成技术已经成熟, 像GE这样的公司, 已不再投入资金去开发, 而中国仍需扩大腔体, 注重发展高品级金刚石, 高品级的SDA100+的价格为4.5~5.0美元/克拉, 是JR价格的20倍。

当前, 美国的一些大公司和研究机构正投入大量资金和人力开发人造金刚石低温镀膜新技术(又称OMCVD), 每年都召开数次专业会议, 发表了大量专业论文。比较突出的是GE、Norton和日本的几家大公司。GE已制成几毫米厚的圆筒状低温生长人造金刚石。Norton在麻省建立了专门生产镀膜刀具的工厂, 预计5年后将有24万美元的市场。

金刚石冲击强度测试表

型 号	规格 (网目)	时间 (s)	结 果 (R=%)	型 号	规格 (网目)	时间 (s)	结 果 (R=%)
美国(GE):				日本(东明):			
RVG	100/120	20	30.3	TED-1	40/50	30	46.0
MBG-600	100/120	30	50.3	IMG	100/120	20	71.8
MBG-11	100/120	30	55.9	IMG	30/40	20	37.9
MBG-660	100/120	30	83.5	IMS-B	40/50	35	27.5
MBS	60/80	30	60.3	IMS	100/120	20	86.6
MBS-70	30/40	30	46.6	IMS	45/50	20	66.6
MBS-70	40/50	20	70.0	IMS-H	30/40	30	42.5
MSD	30/40	20	60.9	De Bears:			
中国:				CDA	100/120	15	51.2
JR ₁ (RVD)	100/120	30	39.0	SDA85+	45/50	20	67.5
JR ₂	100/120	30	63.5	韩国(日进):			
JR ₃ (MBD4)	100/120	20	82.5		40/50	20	26.3
JR ₃ (MBD4)	40/50	20	37.5	美国(BIN):			
JR ₄ (MBD6)	40/50	20	40.0	NAT-MB1	30/40	30	21.6
JR ₅ (MBD8)	40/50	20	45.8	NAT-MB1	40/50	20	48.3
JR ₆	40/50	20	57.7	NAT-MB1	100/120	20	82.5
独联体:				CBN:			
AC2	100/120	20	23.3	CBN-1(GE)	100/120	20	47.5
AC4	100/120	20	36.6	CBN-1(CHINA)	100/120	20	50.0
AC6	100/120	20	42.8	SBN-(JAPAN)	100/120	20	56.6
AC15	100/120	20	74.1	LKV(USSR)	100/120	15	44.6
AC80	100/120	20	88.3	LKB(USSR)	100/120	15	49.6
				LO(USSR)	100/120	15	27.3
				CBN-1(GE)	100/120	15	52.0